

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-102248

(43)Date of publication of application : 26.04.1991

(51)Int.Cl. G01N 21/88  
H01L 21/027

(21)Application number : 01-239927

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.09.1989

(72)Inventor : KOIZUMI MITSUYOSHI  
OSHIMA YOSHIMASA

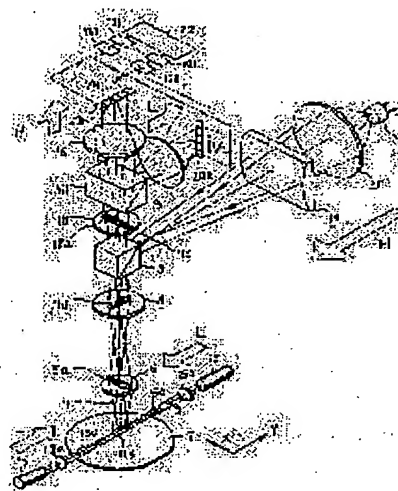
## (54) METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING FOREIGN MATTER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To inspect the fine foreign matter on a sample at a high speed by discriminating the same from a pattern by mounting an optical system wherein the foreign matter on an objective body is emphasized by an oblique illumination means to be detected by the first photoelectric converter and the background on the objective body is emphasized by a vertical illumination means to be detected by the second photoelectric converter and a comparing means.

**CONSTITUTION:** An oblique illumination system L is constituted of a laser beam source 15 and a condensing lens 15b and a vertical illumination system H is constituted of a laser beam source 1, a condensing lens 21, a cylindrical lens 14, a translucent prism 3, a field lens 4 and an objective lens 6. In a detection system L, the scattering beam reflected by a color separation prism 150 is formed into an image by an image forming lens 9 to be taken by a unidimensional solid-state imaging element 20H.

A detection system H is constituted of a shield plate 18, an image forming lens 16 and a unidimensional solid-state imaging element 20H. The output signals VL, VH detected by the detectors 20L, 20H are taken out through an analogue comparing and dividing circuit 100, a binarization circuit 101 and an OR circuit 22. By this constitution, the fine foreign matter on an objective body with a pattern can be stably detected with high sensitivity.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-102248

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月26日

G 01 N 21/88  
H 01 L 21/027

E 2107-2G

2104-5F H 01 L 21/30 3 0 1 V

審査請求 未請求 請求項の数 16 (全22頁)

⑮ 発明の名称 異物検出方法およびその装置

⑯ 特 願 平1-239927

⑰ 出 願 平1(1989)9月18日

⑱ 発 明 者 小 泉 光 義 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 大 島 良 正 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

異物検出方法およびその装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 斜方照明により対象物体上の異物を強調させて第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明により対象物体上の背景を強調して第2の光電変換素子で検出し、第1の光電変換素子から得られる異物検出信号を第2の光電変換素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

2. 斜方照明手段により対象物体上の異物を強調させて第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明手段により対象物体上の背景を強調させて第2の光電変換素子で検出する光学系と、第1の光電変換素子から得られる異物検出信号を第2の光電変換素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出する比較手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

3. 斜方照明により対象物体上に樹状斜方照明を

行い、円錐状照明領域からの散乱光を集光し、上記樹状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体撮像素子により受光して異物検出信号に変換し、かつ落射照明により対象物体上に樹状落射照明を行い、円錐状照明領域からの散乱光を集光し、上記樹状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換し、第1の1次元固体撮像素子から得られる異物検出信号を第2の1次元固体撮像素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

4. 斜方照明光学系により対象物体上に樹状斜方照明を行い、円錐状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記樹状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体撮像素子により受光して異物検出信号に変換し、かつ落射照明光学系により対象物体上に樹状落射照明を行い、円錐状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記樹状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信

特開平3-102248(2)

号に変換する光学系と、第1の1次元固体撮像素子から得られる異物検出信号を第2の1次元固体撮像素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出する比較手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

5. 落射照明により対象物体上に線状落射照明を行い、該線状照明領域からの散乱光のうち1次回折光を選光し、該選光されない散乱光を集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換することを特徴とする請求項3記載の異物検出方法。

6. 落射照明光学系により対象物体上に線状落射照明を行い、該線状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換することを特徴とする請求項4記載の異物検出装置。

7. 上記光学系は異なる波長で照明する斜方照明手段と落射照明手段と、対象物体から反射して

くる光を色分解して第1と第2の光電変換素子に分配する色分解・分岐光学素子とで構成したことを特徴とする請求項2記載の異物検出装置。

8. 上記色分解・分岐光学素子は色分解プリズムまたは半透明鏡と色フィルタとで構成したことを特徴とする請求項7記載の異物検出装置。

9. 上記色分解・分岐光学素子はダイクロイックプリズムまたはダイクロイックミラーと色フィルタとで構成したことを特徴とする請求項7記載の異物検出装置。

10. 上記色分解・分岐光学素子は更に偏光素子を有することを特徴とする請求項8または請求項9記載の異物検出装置。

11. 斜方照明により対象物体上の異物を第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明により対象物体上の異物を第2の光電変換素子で検出し、第1の光電変換素子から得られる異物検出信号と第2の光電変換素子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

12. 斜方照明手段により対象物体上の異物を第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明手段により対象物体上の異物を第2の光電変換素子で検出する光学系と、第1の光電変換素子から得られる異物検出信号と第2の光電変換素子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出する加算手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

13. 斜方照明により対象物体上に線状斜方照明を行い、該線状照明領域からの散乱光を集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換し、かつ落射照明により対象物体上に線状落射照明を行い、該線状照明領域からの散乱光を集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換し、第1の1次元固体撮像素子から得られる異物検出信号と第2の1次元固体撮像素子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

14. 斜方照明光学系により対象物体上に線状斜方照明を行い、該線状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換し、かつ落射照明光学系により対象物体上に線状落射照明を行い、該線状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記線状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体撮像素子により受光して検出信号に変換する光学系と、第1の1次元固体撮像素子から得られる異物検出信号と第2の1次元固体撮像素子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出する加算手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

15. 請求項2記載の異物検出装置の比較手段と請求項12記載の加算手段の切替手段を有することを特徴とする異物検出装置。

16. 請求項4記載の異物検出装置の比較手段と請求項14記載の異物検出装置の加算手段の切替手段を有することを特徴とする異物検出装置。

## 特開平3-102248(3)

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体LSIウエハまたはマスク上の異物を検出する異物検出方法およびその装置に係り、特にLSI製造中間工程でのパターン付きウエハ上などの微小異物を高感かつ高感度で検出する異物検査に好適な異物検出方法およびその装置に関する。

## 〔従来の技術〕

従来のパターン付きウエハ上の異物検出方法および装置の第1例は、LSI製造の中間工程でのパターン付きウエハ上の異物検査作業が製造歩留り向上および信頼性向上のために不可欠であって、この作業の自動化が特開昭55-149829号、特開昭54-101390号、特開昭55-94145号、特開昭56-30650号公報等に記載のように偏光を利用した検出方法により実現されている。この異物検出方法の原理を第21図(a)、(b)、(c)および第22図(a)、(b)により説明する。

第21図(a)、(b)、(c)は従来の異物検出方法および

レーザー光150の傾斜角度 $\theta$ を変化した場合に、対物レンズ6および検光子151を経て検出器20により検出される第22図(b)に示す0.5 $\mu$ m異物および1 $\mu$ m異物に対する異物散乱光強度12とパターン散乱光強度12Pの比である分別比の測定データのグラフが得られる。この傾斜角度 $\theta$ による異物13とパターン2の出力特性を利用して傾斜角度 $\theta$ を適当な範囲にとり、検出・比較する方法がとられる。

従来のパターン付きウエハ上の異物検出方法および装置の第2例は、特開昭61-100245号公報に記載のように異物13に対して散乱効果の大きな偏光レーザー照明150に加えて散乱効果の小さな照明の2種類の照明を行い、前者の照明による散乱光が異物で発生しやすくて後の照明による散乱光がパターンで発生しやすいことに着目して、両方の散乱光信号の比を検出することにより微細な異物を更に安定・高感度に検出できるようにしたものがある。また従来の第2例は受光部の個々の画素の大きさが5×5 $\mu$ m<sup>2</sup>(試料面上に換算)程度以下の複数の光電変換固体撮像素子を使用し、各々

その位置の第1例を示す異物検査原理の説明図である。第21図(a)、(b)、(c)において、第21図(a)のようにS偏光レーザー光150をウエハ7に対して水平に照射する。このときウエハ7上の照明光150に対して垂直なパターン2からの反射光12Pは偏光が変化せず、S偏光のまま対物レンズ6に逃む。この反射光12Pの偏光に対して検光子151は検光軸が垂直に配位されているので、反射光12Pは消光されて検出器20に至らない。また第21図(b)のように照明光150に対して角度をもつパターン2からの反射光12Pは対物レンズ6に入らず、検出されない。また第21図(c)のようにウエハ7上の異物13に照明光(Y方向)150が当たった場合には、反射光12は偏光が変化してP偏光が生じる(一種の偏光解消現象)。これは検光子151を通過するので検出器20による異物13の検出が可能となる。

第22図(a)、(b)は従来の異物検出方法およびその装置の第1例の光学系の斜視図および弁別グラフである。第22図(a)、(b)において、第22図(a)に示すウエハ7に対するレーザー光源15からのS偏光レ

ーの素子からの出力信号を同時に並列比較処理することにより高感度を劣化させずに高感度に異物検査できる。この異物検出方法の原理を第23図から第26図(a)、(b)により説明する。

第23図は従来の異物検出方法およびその装置の第2例の光学系の斜視図である。第23図において、前の第22図(a)、(b)の傾斜角度 $\theta$ による異物13とパターン2の出力特性を適用して、例えば同時にレーザー光源15Lおよび集光レンズ15A Lによる低角度S偏光照明光150(波長 $\lambda_1$ )と、レーザー光源15Hおよび集光レンズ15A Hによる高角度S偏光照明光(波長 $\lambda_2$ )11とを試料7上の同一試料点に照明し、対物レンズ6を経て色分解用分岐プリズム150および検光子151L, 151Hを経た散乱光12のP偏光成分のみを光電変換固体撮像素子20L, 20Hにより検出して、その出力信号 $V_L, V_H$ をアナログ比較割算回路100で比較して2値化回路101で2値化したのち、その2値化信号をOR回路22を経て取り出す。

第24図(a)~(d)は第23図の出力信号等の説明図

## 特開平3-102248(4)

である。第24図(a)～(g)において、第24図(a)はパターン(POLY-Si)2と大きさの異なる異物13a, 13bの存在する試料(Siウエハ)7上に斜め低角からレーザ光15cを照射して散乱光12p, 12qが発生した場合の側面図を示し、第24図(b)はその場合の出力信号 $V_L$ の波形を示し、第24図(c)はそのしきい値 $V_0$ による2値化信号Sdの波形を示す。また第24図(d)はパターン2と異物13a, 13bの存在する試料(Siウエハ)7上に斜め高角からレーザ光11を照射した場合の側面図を示し、第24図(e)はその場合の出力信号 $V_R$ の波形を示す。さらに第24図(f)は出力信号比 $V_L/V_R$ の波形を示し、第24図(g)はそのしきい値 $\pi$ による2値化信号Sdの波形を示す。

第25図(a)～(d)および第26図(a)～(d)は第25図の偏光の光路図である。第25図(a)～(d)において、第25図(a)は上記の照明・検光条件をモデル化して示し、上記の試料7上のS偏光照明光15c, 11のS(L), S(R)を使用して、色分解用分岐プリズム150と検光子9, 16を用いたP偏光成分の検光の

出力信号 $V_L$ ,  $V_R$ を得る場合を示しているが、この場合に限らず第25図(e)～(h)および第26図(e)～(h)に示す種々の照明・検光条件を用いることができる。この中で異物13a, 13bの方を強調する照明・検光条件LはS偏光照明S(L)でP偏光成分の検光、またはP偏光照明P(L)でP偏光成分の検光のいずれかの条件を用いている。この理由は上記の特開昭43-104248号公報について説明した。一方のパターン2の方を強調する照明・検光条件Rは上記の照明・検光条件Lのいずれかの条件以外の条件ならよいので、必ずしもレーザ光照明による偏光を用いなくてもよい。すなわち通常のハロゲンランプ等のインコヒーレント光を用いてもよく、これは第24図(i)～(k)でS+Pで示す。

上記の色分解用分岐プリズム150は特開昭55-149829号や特開昭56-43539号公報に記載されているダイクロイックプリズム(またはミラー)を設けるか、あるいは光分解用プリズム(半透過ミラー)と色フィルタまたは干渉フィルタとを組み合わせたものを用いてもよい。またレーザ光

線15L, 15RはHe-Neレーザ( $\lambda = 6.328 \mu\text{m}$ )、GaAlAsレーザダイオード( $\lambda = 7.800 \sim 8.300 \mu\text{m}$ )、InGaAsレーザダイオード( $\lambda = 13.000 \mu\text{m}$ )、Arレーザ(例えば $\lambda = 4580 \text{Å}$ )等の中から異なる2種類を選択すれば集光レンズ15d, 15eにより試料7面上で集光されるので高い照度を得られ、散乱光12p, 12qの検出が更に安定になる。上記のように従来の第2例では異物強調照明・検光条件LがS偏光照明S(L)でP偏光成分検光またはP偏光照明P(L)でP偏光成分検光の条件を満たし、かつ異物強調照明Lをパターン強調照明Rが異なる波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ であることが必須の条件となる。

第27図は第25図のアナログ比較計算回路を含む信号処理回路の詳細回路図である。第27図において、検出器20L, 20Rの出力信号 $V_L$ ,  $V_R$ は対応する面素 $i \sim n$ 毎にアナログ比較計算回路100で出力信号比 $V_L/V_R$ が演算され、2値化回路101でしきい値 $\pi$ により2値化される。2値化回路101の2値化信号はOR回路22で論理和をとり、

'1'があった場合には異物メモリ23に記憶される。つぎに第28図(a), (b), (c)から第30図(a), (b)により第25図(第27図)のアナログ比較方法を更に詳しく説明する。

第28図(a), (b), (c)は、第25図の照明・検光条件による実験結果の説明図で、第28図(a), (b)は第25図の試料7上の照明光15c, 11による回路パターン2および異物13からの反射光(散乱光)12p, 12qの状態の上面図および側面図を示し、第28図(c)はその状態の出力信号 $V_L$ ,  $V_R$ の実験グラフ関係図を示す。第28図(a), (b), (c)において、この実験で第28図(a), (b)のパターン2の散乱光12pに関しては、パターン2を照明光15c, 11の試料ウエハ7表面への投影方向に対して直方より角度 $\theta$ だけ回転させながらパターン2の散乱光12pの出力信号 $V_L$ ,  $V_R$ を測定している。一方の異物13は0.5, 0.7, 1, 2 $\mu\text{m}$ の標準粒子を用いて(この場合には回転をする必要がない)、異物13の散乱光12の出力信号 $V_L$ ,  $V_R$ を測定している。この測定値は第28図(c)の出力信号 $V_L$ と出力信

特開平3-102248(5)

号 $V_2$ との実験データの関係図で、パターン2の任意の角度 $\theta$ においてもパターン2からの出力信号比(白丸印) $V_2/V_1$ が弁別値 $V_2/V_1 = m$ (図中の破線の傾きの逆数)のしきい値 $m$ より小さく、一方の異物13の $0.7 \sim 2\mu\text{m}$ 標準粒子および異物物、(大)11からの出力信号比(黒丸印) $V_2/V_1$ が弁別値のしきい値 $m$ よりも大きい(斜線領域)ことが判る。ここで角度 $\theta$ を回転させた理由は試料クエハ7表面には種々の角度 $\theta$ を有するパターン2が存在し、これらを弁別して異物13を安定に検出する必要があるためである。第28図(4)の対物レンズ6にはレンズ枠6aがある。つぎに第28図(5)のパターン2と異物13の出力信号 $V_1, V_2$ の特性を考慮した電気回路によるパターン2と異物13の弁別方法を第29図(4),(5)および第30図(4),(5)により説明する。

第29図(4),(5)は第28図(4)の出力信号比 $V_2/V_1$ の特性図およびそのアナログ比較計算回路の回路図である。第29図(4),(5)において、第29図(4)の出力信号比 $V_2/V_1$ の特性を実現するための第29図

場合には照明L、Rのいずれかの照明光150、11の強度の調整や増倍因子20L、20Rのいずれかの出力増倍器(図示せず)のゲインを調整して弁別値 $m=1$ (傾き45度)とする。第30図(4)の出力信号 $V_1, V_2$ のアナログ比較計算回路105の演算結果 $V_2-V_1$ の出力 $'1'$ は2値化回路104の出力が $'1''$ の場合( $V_2 > V_1$ )に限り有効 $'1'$ とする。なお上記の第29図(4)または第30図(4)のアナログ比較計算または演算の代りに出力信号 $V_1, V_2$ をA/D変換したのちデジタル演算してもよい。(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術の第2例の第1の問題点は異物の見逃しである。第22図(4)の測定結果より $0.5\mu\text{m}$ 異物をパターンから弁別して検出するためには、照明Lの傾斜角度 $\phi$ は $0^\circ \sim 5^\circ$ 程度で、照明Rの傾斜角度 $\phi$ は $10^\circ$ 以上として散乱光信号を比較することが望ましい。また $0.5\mu\text{m}$ 異物を高いS/N比で検出するためには、散乱光を有効に集光できる口径の大きい対物レンズ6が必要となるので第28図(4)のレンズ枠6aが大きくなる結果、傾斜角度 $\phi$ を

(4)のアナログ比較計算回路100を用いた弁別回路例を示し、出力信号 $V_1, V_2$ はアナログ比較計算回路100で出力信号比 $V_2/V_1$ が演算され、2値化回路101でしきい値 $m$ により2値化されて出力信号比 $V_2/V_1 > m$ の場合に $'1''$ が出力される。ここで出力信号 $V_2$ が小さい場合には出力信号比 $V_2/V_1$ の演算誤差が大きくなって演算結果が不安定となる(例えば $V_2$ が零の場合には $V_2/V_1 = \infty$ となる)ので、これを避ける方法として、第29図(4)の出力信号 $V_2 > V_1$ ( $V_1$ は $0.5\mu\text{m}$ 強度の異物13に対応する出力信号 $V_1$ の値)の場合( $'1''$ )に限り出力信号比 $V_2/V_1$ の演算結果を有効 $'1'$ とすればよい。これは第29図(4)の出力信号 $V_2$ のしきい値 $V_{2H}$ による2値化回路104と、出力 $'1''$ と出力 $'1''$ のAND回路105により実現される。

第30図(4),(5)は第28図(4)の出力信号比 $V_2-V_1$ の特性図とそのアナログ比較計算回路の回路図である。第30図(4),(5)において、第30図(4)の出力信号 $V_2-V_1$ の特性を実現するためのアナログ比較計算回路105を用いた弁別回路例を示し、この

$10^\circ$ 以上にすると照明光11とレンズ枠(金枠)6aが干渉して十分な弁別性能が得られない。その結果として第28図(4)のように $0.5\mu\text{m}$ 異物が見逃される。上記は標準粒子と呼ばれる球形状の粒子を異物モデルとした実験データであるが、第28図(4)のサブミクロンの実異物Qも同様に見逃しが発生する。

上記従来技術の第2例の第2の問題点は異物散乱光の強度不足である。後に第13図(4)に示すように異物13を強調する斜方照明Lの照明光150がS偏光の場合に、従来例の第2例では検出器20Lで検出するのは異物散乱光12のうちのP偏光成分12(P)であるため、偏光が保持されたS偏光成分12(S)に比べて著しく小さいので、検出器20Lに十分な光量を得られない。その結果から第13図(4)に示す出力信号 $V_1$ (P)には十分なS/N比が得られないため、ノイズNを減少するべく出力信号 $V_1$ にローパスフィルタ処理を行うので、検出時間に長時間を要する。

上記従来技術の第2例の第3の問題点は銀面上

特開平3-102248(6)

の微小異物の感度不足である。LSIウエハ等の異物検査には図1にパターン上での $0.5\mu\text{m}$ 異物以上の検査性能と、図2に鏡面と鏡面成膜上での $0.1\mu\text{m}$ 異物以上の検査性能とが要求されるのが通常である。ここで後に図14図例(例)に示すようにサブミクロン異物13の場合には傾斜角度照明16c(11)により発生する異物散乱光12のうちの前方散乱光12fが強く、対物レンズ6に入射する側方散乱光12sは弱いため、対物レンズ6の開口角度 $\alpha$ を大きくして、前方散乱光12fの一部を検出することが望ましいが、上記第1の問題点で説明した理由により開口角度 $\alpha$ に制限を受ける。このため鏡面試料上の $0.1\mu\text{m}$ 異物に対して第18図例)に示す出力信号 $I_2$ ( $I_1$ )は十分な光量を得られずに検出不能となる。

本発明の第1の目的はパターン付き紙料上の、  
0.5 $\mu$ m程度の微小異物をパターンと弁別して高速  
に検査する異物検査方法およびその装置を提供す  
ることにある。

本発明の第 2 の目的は鏡面上の 0.1 $\mu$ m 程度の積

きるようにしたものである。

上記第3の目的を達成するために、筒一の構成で切替手段により切り替えることにより、バース付き対象物係上の複雑な異物および鏡面上の微小異物を高速・高感度に検出できるようにしたものである。

〔作用〕

上記図1の異物検出方法およびその装置は、斜方照明Lに加えて高傾斜角照明を落射照明Rとしているので、図15図~図17図に示すように斜方照明Lと落射照明Rによる散乱光信号比 $R_s/L_s$ に対する異物とパターンの弁別しきい値 $\mu$ を小さくできるため微小異物とパターンの弁別性能が向上し、さらに図13図に示すように斜方照明Lの偏光が変化しない大きな散乱光を用いることができるので、より大きな散乱光信号比 $R_s/L_s$ が得られるため高感検出が可能となる。

上記第2の発散光束の方法およびその装置は、斜方照明に加えて高圧斜方照明を反射照明としているので、後に第14図に示すようにサブミクロン級小角度の散乱光を有効に集光して大きな散乱

小異物を高速に検査する異物検出装置およびその  
装置を提供することにある。

本発明の第 3 の目的は上記第 1 と第 2 の目的を同一の構成で可能にする異物検査方法およびその装置を提供することにある。

〔問題を解決するための手段〕

上記第1の目的を達成するために、本発明による異物検出方法およびその装置は、対象物体上の異物に対して散乱効果の大きな斜方レーザ照明に加えて、散乱効果の小さな落射照明との2種照明を行い、斜方照明による散乱光が異物で発生し、かつ落射照明による散乱光がパターンで発生し、且つこれにより、2種照明による散乱光強度の比を検出することにより、パターン付き対象物体上の微細な異物を更に安定・高感度に検出できるようにしたものである。

上記第2の目的を達成するために、投射照明により対象物体上の微小異物からの散乱光乱反射を検出系で有効に集光できるように発生させることにより、観面上の微小異物を高速・高感度で検出で

光信号が得られるため、鏡面上の微小異物の高速・高感度検出が可能となる。

上記第 2 の異物検出方法およびその装置は、上記第 1 と第 2 の異物検出装置の散乱光信号  $I_{\text{sc}}$ 、 $I_{\text{sc}}$  の信号処理回路の切替手段等によって、パターン上の微小異物と鏡面上の微小異物の高感・高感度検出が同一の光学系で可能となる。

【實施例】

以下に本発明の実施例を第1図ないし第20図により説明する。

第1図は本発明によるパターン付きウェーハ上の異物検出方法およびその装置の第1の実施例を示す照明・検出系の斜視図である。第1図において、試料基板7に対して斜方から照明を行う斜方照明系2はレーザ光源15と、集光レンズ15aとから構成される。一方の試料基板7に対して垂直落射照明を行う落射照明系4はレーザ光源1と、集光レンズ21と、シリンドリカルレンズ14と、半透過プリズム5と、フィールドレンズ4と、対物レンズ6とから構成される。斜方照明による検出系2は



特開平3-102248(7)

色分離プリズム150で反射した散乱光を結像レンズ9で結像して1次元固体撮像素子(検出器)20Lで検出する構成である。一方の落射照明による検出系Bは0次回折光を透光する透光部18aを有する透光板18と、結像レンズ16と、1次元固体撮像素子(検出器)20Bとから構成される。検出器20L, 20Bにより検出された出力信号 $V_L$ ,  $V_B$ はアナログ比較演算回路100と、2値化回路101と、OR回路22を経て取り出す構成である。この落射照明系Bは1次元的に集束させる光学系のシリンドリカルレンズ14を設け、レーザ照明光11を試料7上で線状スポット11fに集光するので、試料7のY方向の走査手段が不要となる。落射照明系Bの光路を第2図により説明する。

第2図(a), (b), (c)~(g)はそれぞれ第1図の半透過プリズム5を省略した落射照明系Bの光路の側面図、平面図および一部断面図である。第2図(c)~(g)において、落射照明系Bでは第2図(b), (d)のレーザ光源3から集光レンズ21を結んだレーザ光11はシリンドリカルレンズ14を通過すると第2図(c)

に示す線状レーザスポット11eを形成する。さらに半透過プリズム5により反射したレーザ光11は第2図(d)に示すフィールドレンズ4の絞り4a内に線状スポット11dを形成し、ついで第2図(e)に示す対物レンズ6の絞り4a内に線状スポット11cを形成し、対物レンズ6を通過したのち試料7上に第2図(f)に示す線状スポット11fが集光される。この落射照明系Bにより照明された試料7上に異物13がない場合には、試料基板7からの反射光11は照明光11と全く同一の光路を戻って半透明プリズム5に至り、ここで半透過プリズム5を通過した反射光11は第1図の落射照明による検出系Bの光路に設置された透光板18の線状透光部18aで透光される。つぎに試料7上の異物13が線状スポット11fの端部に存在する場合に、この異物13からの散乱光12の光路および結像を第3図により説明する。

第3図(a), (b), (c)~(g)はそれぞれ第1図の試料7上の異物13からの散乱光12を検出する透過プリズムを省略した検出系B, Lの光路の側面図、

平面図および一部断面図である。第3図(c)~(g)において、第3図(a), (b)の試料7上の異物13が存在する第3図(c)に示す線状スポット11fの端部からの散乱光12は第3図(d)に示す対物レンズ6の絞り4a内に全面にわたる絞がり12aとなり、対物レンズ6を通過後に第3図(e)に示すフィールドレンズ4の絞り4a内に散乱の結像12dとなる。ついで落射照明系Bによる散乱光12で半透過プリズム5を通過した散乱光12は透光板18と色分離プリズム150(第1図)を通過したのち、結像レンズ16により第3図(f)に示す検出器20B上の結像12hとなる。ここで全ての散乱光12は第3図(g)に示す透光板18の線状透光部18aより外側の透明部を通過する。これは散乱光12は1次回折光以上の高次回折光であるので、その絞がり12aは高次回折光(試料7表面からの反射光12)の分布する線状透光部18aより外側に分布するからである。他方の斜方照明系Lによる散乱光12で半透過プリズム5を通過した散乱光12は色分離プリズム150で反射し、斜方照明による検出系Lの光路中に設けられた結

像レンズ9により検出器20L上の結像となる。つぎに第1図の照明光11と散乱光12の偏光の実施例を第4図から第6図により説明する。

第4図、第5図、第6図は第1図の光学系の偏光の3つの実施例を示す偏光状態の光路図である。第4図~第6図において、斜方照明系Lと落射照明系BはS偏光(X方向に振動成分を有する直線偏光)であり、試料7表面上のパターン2と異物13からの散乱光12はP偏光(Y方向に振動成分を有する直線偏光)とS偏光の混合となる。さらに照明系L, Bの照明光15c, 11の波長はそれぞれ $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ であり、各照明系L, Bによる散乱光12は色分離プリズム150により分離され各検出器20L, 20Bに至る。第4図の偏光の実施例は検出系L, Bで散乱光12の両方の(S+P)偏光を検出しており、従来の第2例に比べて高感度を可能にする例である。第5図の偏光の実施例は検出系Lに検光子等の偏光素子151を設置してP偏光を検出しており、従来の第2例に比べて異物13とパターン2の弁別比向上を可能にする例である。

特開平3-102248(8)

第6図の偏光の実施例は色分離および偏向特性を有するダイクロイックプリズム150aを用いた例であり、色フィルタ152と組み合わせて用いることにより色分離が可能で、この例も弁別比向上を可能にする例である。

第7図(a)、(b)、(c)はそれぞれ第4図、第5図、第6図の色分離プリズム150、ダイクロイックプリズム150a、色フィルタ152の透過特性グラフである。第7図(a)、(b)、(c)において、色分離プリズム150、ダイクロイックプリズム150a、色フィルタ152の光学素子の照明系L、Lの照明光波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を含む波長に対する透過率T(%)を示す。なお色分離は半透過鏡(または半透過プリズム)と色フィルタの組合せ等の種々の構成が考えられる。

第8図は本発明によるベターン付きワエハ上の異物検出方法およびその装置の第2の実施例を示す照明・検出系の光路図である。第8図において、第1図～第4図の実施例の遮光板18が色分離プリズム150の下側に設置しているのに対して、第8

図の実施例の遮光板18が色分離プリズム150の上側に設置した例を示す。これにより斜方照明系Lによる異物18からの散乱光12が遮光板18による影響を受けずに検出系Lにより有効に検出できる。

第9図(a)、(b)、(c)は本発明によるパターン付きウェハ上の異物検出方法およびその装置の一実施例を示す第1図～第8図の装置構成のブロック図および試料の送り方法の説明図である。第9図(a)、(b)、(c)において、第9図(a)の固体撮像素子20L、20Rの出力信号比 $V_L/V_R$ をアナログ比較割算回路100で演算し(第17図に示す)、2値化回路101でしきい値 $\gamma$ で2値化すると(第17図に示す)、従来の第2例に比べて検出感度の向上が図れる。この場合には固体撮像素子(検出器)20L、20Rの画素i〜nに対してアナログ比較割算回路100と2値化回路101は複数個を用いてアナログ比較割算を並列的に行う必要がある(第27図参照)。OR回路22は検出器20L、20Rの画素i〜nのいずれかで発生した異物信号(第17図の'1')を異物表示回路55へ出力する。線状レーザスポット

11fの照像位置12hに1次元固体撮像素子(検出器)20L、20Rを設け、これらの素子の同期走査を行い、共通の駆動回路202によりY方向に走査する。さらに試料7を搭載している送りステージ220のX方向の送りと組み合わせ、試料7上を2次元的に走査することができる。第9図(a)の試料7が矩形の場合には、試料7をXY方向にジグザグ送りを行う。また第9図(b)の試料7が円形の場合には、線状レーザスポット11fの長手方向を試料7の半径方向に一致させて、試料7をθ方向にらせん状送りを行う。

第10図は本発明による鏡面上の異物検出方法およびその装置の第3の実施例を示す第1図～第8図の光学系に接続の信号処理回路のブロック図である。第10図において、第1図～第8図の光学系の構成の試料7からの反射光11は遮光板18により完全に遮光され、全ての散乱光12は検出器20L、20Rに至る。そこで検出器20L、20Rの出力信号 $V_L$ 、 $V_R$ を加算回路700に入力して信号 $V_L+V_R$ を演算し、2値化回路101でしきい値 $V_{th}$ で2値化し

て異物信号を得る。このように本実施例では斜方照明Lを落射照明L'による異物18からの散乱光12を有効に検出することができ、かつ試料表面からの反射光を完全に遮光できるので、異物検出感度が従来の第2例に比べて大幅に向上する。

第11図は本発明による鏡面上の異物検出方法およびその装置の第4の実施例を示す照明・検出系の斜視図である。第12図は第11図の偏光状態の光路図である。第11図および第12図において、格別照明L'による異物散乱光が大きいことを見出し、落射照明L'による異物散乱光強度を第10図の実施例より更に大きくするための例を示し、第1図～第8図の光学系の構成と異なる要素は偏光ビームスプリッタ50と、光路長補正用のガラスブロック150bである。これらの光学素子は切替え機構(図中で矢印12, 12aで示す)により挿入・脱離される。この場合に斜方照明Lには使用しない。

上記構成で、レーザ光源1より出力されたレーザ光11はS偏光であり、偏光プリズム50を通過し

特開平3-102248(9)

てフィールドレンズ4の絞り4a内でレーザ光スポット11dとなる。フィールドレンズ4を通過したレーザ光11は1/4波長板500を通過して、対物レンズ6により試料7上にレーザ光スポット11fを形成する。試料7上に異物13がない場合には、試料表示からのレーザ反射光(帯回折光)11は再び対物レンズ6と1/4波長板500とフィールドレンズ4を通過し、偏光プリズム5aで100%透過した後、透光板18の透光部18aで透光される。ここでフィールドレンズ4は対物レンズ6の絞り4aにおけるレーザ光の絞り11eを透光部18aに顕像投影している。透光板18は例えば透明ガラス上に不透明膜を中心部に形成して透光部18aを得る。ここで1/4波長板500をレーザ照明光11が通過し、さらにそのレーザ反射光11が通過すると、照明光11のS偏光が反射光11ではP偏光に変化するので、偏光プリズム5aを反射光11が100%透過する。

また試料7上に異物13がある場合には、照明光11が異物13を照射すると異物13から散乱光(高次回折光)12が発生し、散乱光12は対物レンズ6

の絞り4a内の全面に拡がり、上記の反射光11と同一の光路を戻る。異物13はその表面が微小な凹凸の形状を呈しており、散乱光12の偏光が解消されて偏光S、Pの両方を有するが、散乱光12の1/4波長板500を通過後のP偏光が強く、これは偏光プリズム5aを通過した後、透光板18の透光部18aより外側の透過部を通過し、顕像レンズ16で集光されて検出器20dに至る。本実施例によれば、半波長プリズム5を偏光ビームスプリッタ3aに替えたことにより、第10図の実施例に比べ異物散乱光強度が4倍以上大きくなる。

第11図(第12図)の光路系の構成で色分離プリズム15bを使用して、さらに第10図の信号処理回路を用いた第5の実施例においては、上記第10図の実施例と第11図の実施例の両方の効果を得ることができる。この場合には斜方照明Lによる異物13の散乱光12は1/4波長板500を通過したのち、偏光ビームスプリッタ3aを通過するさいに、一部分が反射して損失するが、落射照明Rによる異物13の散乱光12は第11図(第12図)の実施

例と同一であり、第11図の実施例に比べて異物13の散乱光強度は更に大きくなる。

第13図(a)、(b)、(c)は第1図～第12図の実施例の斜方照明Lによる異物13からの散乱光12の偏光特性の説明図である。第13図(a)、(b)、(c)において、第13図(a)は試料7上の異物13を強調する斜方照明光15cがS偏光の場合の異物13からの散乱光12(S)、12(P)を示し、第13図(b)、(c)はそれぞれ検出器20Lの出力信号 $V_L(S)$ 、 $V_L(P)$ 、 $V_L(P+S)$ を示す。第13図(a)の斜方照明光(S偏光)15cにより異物13から発生する散乱光12はS偏光散乱光12(S)とP偏光散乱光12(P)があり、異物13の大きさが1 $\mu\text{m}$ 程度以下では偏光の変化しない散乱光12(S)が偏光の変化した散乱光12(P)に比べて10～100倍程度大きい。これにより検出器20Lの出力信号 $V_L$ として従来の第2例では第13図(c)の散乱光12(P)による出力信号 $V_L(P)$ を抽出しているのに対して、本発明の実施例では第13図(b)、(c)の散乱光12(S)、12(P+S)による出力信号 $V_L(S)$ 、 $V_L(P+S)$ のいずれかを抽出する

ことができるので、従来の第2例に比べて出力信号 $V_L$ の信号強度が大きくなって出力信号 $V_L$ のS/N比が大きくなり、高感検査が可能となる。

第14図(a)、(b)、(c)、(d)は第1図～第12図の実施例の斜方照明Lと落射照明Rによる異物13からの散乱光12の方向の説明図である。第14図(a)は斜方照明光15c(11)による異物13からの前方散乱光12fと側方散乱光12eを示し、第14図(b)はその出力信号 $V_L(V_f)$ を示し、第14図(c)は落射照明光11による異物13からの散乱光12(12f+12e)を示し、第14図(d)はその出力信号 $V_L$ を示す。第14図(a)、(b)において、第14図(a)の異物13が0.1 $\mu\text{m}$ 程度のサブミクロン異物の場合には斜方照明光15c(11)により発生する異物散乱光12のうちで前方散乱光12fが強く、対物レンズ6に入射する側方散乱光12eは弱いため、対物レンズ6の開口角度 $\alpha$ を大きくして前方散乱光12fの一部も検出することが望ましいが、しかし開口角度は制限を受ける。第14図(d)のこの場合の検出器20L(20d)の出力信号 $V_L$

特開平3-102248 (10)

( $V_E$ )は十分な光量を得られないため小さく検出不能となる。第14図(a)の異物13が $0.1\mu\text{m}$ 程度のサブミクロン異物15の場合には落射照明光11により発生する散乱光12( $12_f + 12_s$ )を対物レンズ6で有効に集光して検出できる。第14図(a)のこの場合の検出器20Lの出力信号 $V_E$ は大きくなる。本発明の実施例では落射照明 $\theta$ を用いているので、被面上の微小異物13の高さ検出とパターン2上の微小異物13の検出が同一の光学系で可能となる。

第15図(a), (b), (c)は第1図～第12図の実施例の照明・検出条件による実験結果の説明図で、第15図(a), (b)は試料7上の照明光15a, 15bによる回帰パターン2および異物15aからの散乱光12p, 12の強度の上面図および側面図を示し、第15図(c)はその状態の出力信号 $V_L$ ,  $V_E$ の実験データ関係図を示す。第15図(a), (b), (c)において、第28図(a), (b)の従来の第2例と同様であるが異なるのは偏斜角照明 $\theta$ が落射照明 $\theta$ となることである。この場合には従来の第16図(a)～(c)および第17図で説明する理由により第15図(c)の実験データのパターン

2の出力信号 $V_L$ ,  $V_E$ の測定値(白丸印)は第28図(c)と異なる。この実験結果から弁別値 $\alpha$ の傾斜が大きき(しきい値 $\alpha$ の値が小さき)できるので、 $0.5\mu\text{m}$ 標準粒子異物13やサブミクロンの実異物Qの測定値(黒丸印)も検出可能である。この理由を第16図(a)～(c)および第17図により説明する。

第16図(a)～(c)は第1図～第12図の実施例の落射レーザー光15c, 11に対する試料7上への回帰パターン2と異物13からの散乱光強度の大小関係の説明図である。第16図(a)は斜方照明光(S偏光)15cに対するパターン2と異物15a, 15b, 15cでの偏光解消に起因した散乱光(P偏光)12p, 12の強度比を示し、第16図(b), (c)は傾斜角度 $\theta$ に起因したパターン2と異物13a, 13b, 13cの散乱光12p, 12の強度比を示し、第16図(c)は落射照明光( $\theta = 90^\circ$ )11に対するパターン2と異物13a, 13b, 13cの散乱光12p, 12の強度比の場合である。第16図(c)はここでパターン2からの散乱光12と、 $0.5\mu\text{m}$ 程度の微小異物15からの散乱光12と、 $1\mu\text{m}$ 以上の高さを持つ異物13dからの

散乱光12と、平坦状で微小凹凸を有する異物13eからの散乱光12との各々の散乱光強度を示す。第26図(a)では傾斜角度 $\theta$ が $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ (L)と、 $\theta = 10^\circ \sim 30^\circ$ (従来の第2例の $\theta$ )と、 $\theta = 90^\circ$ (本発明の $\theta$ )との各々の場合について比較して示し、さらに $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ と $\theta = 10^\circ \sim 30^\circ$ の場合には散乱光の発生起因として第16図(a), (b)に分けて示している。第16図(c)はその従来の第2例と本発明の実施例の使用条件を示す。第16図(c)にそれぞれ分けて表に示した合計を第17図(b), (c), (d)に定性的に示す。

第17図は第16図の結果に基づいて従来の第2例と第1図～第12図の本発明の実施例のパターン2と異物13の弁別方法の相違の説明図である。第17図において、L( $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ )、H( $\theta = 10^\circ \sim 30^\circ$ )、V( $\theta = 90^\circ$ )の各照明光の場合で、第17図a, c, gのパターン2からの散乱光12pは小, 中, 大となるため、第17図b, d, fの出力信号 $V_L$ ,  $V_E$ ,  $V_E$ ( $\alpha$ 画素)は小, 中, 大となる。したがって第17図aの従来の第2例で用いている

信号比 $V_L/V_E$ の値よりも、第17図iの本発明の実施例で用いている出力信号比 $V_L/V_E$ の値の方が小さくなるため、弁別のしきい値 $\alpha$ をより小さく設定できる。その結果として第17図aの従来の第2例で異物15aの出力信号比 $V_L/V_E$ はしきい値 $\alpha$ より小さいので、第17図fの2値化信号は検出不能であったのに対して、第17図iの本発明の実施例で異物13cの出力信号比 $V_L/V_E$ はしきい値 $\alpha$ より大きいので、第17図jの2値化信号は検出可能となる。

また第17図a, c, gの異物13dの場合には、第16図(a)のように傾斜角照明に起因する異物13dの側面図で大きな範囲で照明光15cがあたるため、とくに第17図a, cで散乱光強度が大となり、したがって第17図b, dの出力信号 $V_L$ ,  $V_E$ が大きくなる。また第17図a, c, gの異物13eの場合には、第16図(a)のように微小凹凸のため、第17図a, cで偏光起因の散乱光強度が大きくなり、したがって第17図b, dの出力信号 $V_L$ ,  $V_E$ が大きくなる。この結果から第17図a, iの異物13d, 13eの

特開平3-102248 (11)

合の出力信号比 $P_1/P_2$ は第17図 $\epsilon$ の従来の第2例に比べて第17図 $\epsilon$ の本発明の実施例の方が大きくなり、したがってパターン2との弁別に余裕が生じる。このように本発明の実施例では従来の第2例の高傾斜角照明 $H$ を落射照明 $H$ としているため、弁別のしきい値 $\epsilon$ を小さく設定できてパターン2と異物15の弁別に余裕が生じたので、 $1\mu\text{m}$ 以上の異物検出で十分な場合には高傾斜角照明 $L$ の照明・検出（散光）に偏光解消現象を利用しなくてもよい。この理由と効果は先に第18図で説明した。

第18図は第1図～第12図ほかの実施例の照明・検出系で使用可能な偏光状態の説明図である。第18図において、本発明の照明と検出系の偏光条件を斜方照明 $L$ （波長 $\lambda_1$ ）と落射照明 $H$ （波長 $\lambda_2$ ）とし、ケースI、II、IIIに分けて、(a)、(b)、(c)に照明と検出系の照明 $L$ 、 $H$ の偏光 $S$ 、 $P$ 、 $S+P$ を矢印示している。図中の破線内の偏光条件は第25図および第26図の従来の第2例と同様の偏光条件での使用範囲を示しているが、本発明の実施例では種々の偏光条件の範囲が広がられる。

力信号を同時に並列比較処理することにより、高速性を劣化せずに、高感度に検査を行うことができる点で有効である。

また面素の大きさの制限は、 $10 \times 10\mu\text{m}^2$ 程度でも $1.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の異物を検出する場合には実用上さしつかえないことを実験により確認している。

また1次元面体検出素子20L、20Hを並列型素子で説明したが、CCD（Charged Coupled Device）等の並列出力型の素子を用いることも可能である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、異物検出の高速性を維持しつつ、対象物体上に存在する微小異物の検出を高感度かつ安定に行うことのできる効果を提供する。

またパターン付き対象物体上の $0.5\mu\text{m}$ 程度の微小異物をパターンと弁別して高速に検査する方法と、面素上の $0.1\mu\text{m}$ 程度の微小異物を高速に検査する方法と、これらの2つを同一の構成で可能ならしめる方法とを提供できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第18図の破線内の偏光状態の光路図を第19図および第20図に示す。

第19図および第20図は第1図～第12図ほかの実施例の照明・検出系で使用可能な第25図および第26図と同様の偏光状態の光路図である。第19図および第20図において、第25図および第26図と相違するところは高傾斜角照明 $H$ の $S$ 、 $P$ 、 $S+P$ 偏光 $S(H)$ 、 $P(H)$ 、 $S+P(H)$ が落射照明 $H$ の $S$ 、 $P$ 、 $S+P$ 偏光 $S(H)$ 、 $P(H)$ 、 $S+P(H)$ となつてことである。第18図の破線内を示す第19図および第20図の範囲の偏光条件を使用すれば、勿論 $0.5\mu\text{m}$ 以下の異物検出が可能である。

上記の実施例では対象物体が半導体ウェハの場合を説明したが、本発明はウェハに限定されず、ホトマスクやレチクル等の他の製品の検査にも適用可能である。

また上記実施例で $0.5\mu\text{m}$ 異物をパターンから弁別する場合には、個々の面素の受光部の大きさが $5 \times 5\mu\text{m}^2$ （材料上に換算）検出以下の複数の光電変換面体検出素子を使用し、各々の素子からの出

第1図は本発明の第1の実施例を示す光学系の斜視図、第2図(a)～(f)は第1図の落射照明系の光路の側面図、平面図および一部断面図、第3図(a)～(f)は第1図の散乱光検出系の光路の側面図、平面図および一部断面図、第4図、第5図、第6図は第1図の光学系の3つの実施例の偏光の光路図、第7図(a)～(c)は第5図～第6図の光学素子の透過特性グラフ、第8図は本発明の第2の実施例を示す光学系の光路図、第9図(a)～(c)は本発明の一実施例を示す検査構成のブロック図および試料送り図、第10図は本発明の第3の実施例を示す信号処理回路のブロック図、第11図は本発明の第4の実施例を示す光学系の斜視図、第12図は第11図の偏光の光路図、第13図(a)～(f)は第1図～第12図の斜方照明による散乱光の偏光特性の説明図、第14図(a)～(d)は第1図～第12図の斜方照明と落射照明による散乱光の方向の説明図、第15図(a)～(c)は第1図～第12図の照明・検出条件による実験結果の説明図、第16図(a)～(c)は第1図～第12図の散乱光強度の説明図、第17図は第16図による弁別方

特開平3-102248 (12)

図の説明図、第18図は第1図～第12図はかの使用可能な偏光の説明図、第19図、第20図は第1図～第12図はかの使用可能な偏光の光路図、第21図(a)～(f)は従来の第1例の検出原理の説明図、第22図(a)、(b)は第21図の光学系の併視図および併視比グラフ、第23図は従来の第2例の光学系の併視図、第24図(a)～(f)は第23図の出力信号等の説明図、第25図(a)～(f)、第26図(a)～(f)は第23図の偏光の光路図、第27図は第23図の信号処理回路の回路図、第28図(a)～(f)は第23図の照明・観察光条件の変換結果の説明図、第29図(a)、(b)は第28図(a)の出力信号比の特性図とそのアナログ比較割算回路の回路図、第30図(a)、(b)は第28図(a)の出力信号比の特性図とそのアナログ比較割算回路の回路図である。

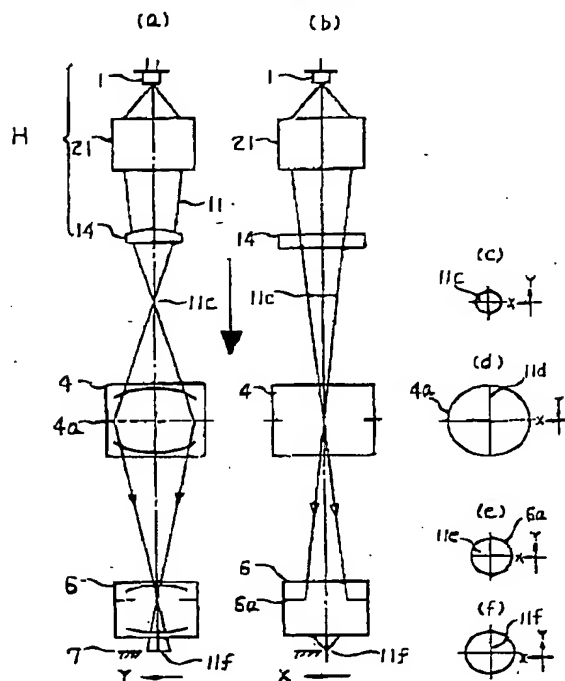
- 1…レーザー光源      2…パターン  
3…半透過プリズム  
3a…偏光プリズム（または偏光ビームスプリッタ）  
4…フィールドレンズ      6…対物レンズ

または光分岐プリズム）

- 150a…ガラスブロック  
151…偏光素子（複光子）  
152…色フィルタ      202…駆動回路  
220…送りステージ      300…1/4波長板  
700…加算回路

- 7…試料（基板）      9, 10…結像レンズ  
11…照明光（または反射光）  
12, 12P, 12f, 12c…散乱光  
13, 13a, 13b, 13c…異物  
14…シリンドリカルレンズ  
15…偏光レーザ光源      15a…集光レンズ  
16…遮光板  
20, 20L, 20R…1次元固体結像素子（検出器）  
21…集光レンズ      22…OR回路  
23…異物メモリ      30…自動焦点センサ  
31…モード駆動回路  
32…コントローラ（マイコン）  
33…異物表示回路      43…2駆動用モード  
47, 50…送りモード      49…板はね  
100…アナログ比較割算回路  
101, 10A…2値化回路      103…A/D回路  
106…アナログ演算回路  
150…色分離（色分解）プリズム  
150a…ダイクロイックプリズム（または色分解プリズムまたは偏光ビームスプリッタ）

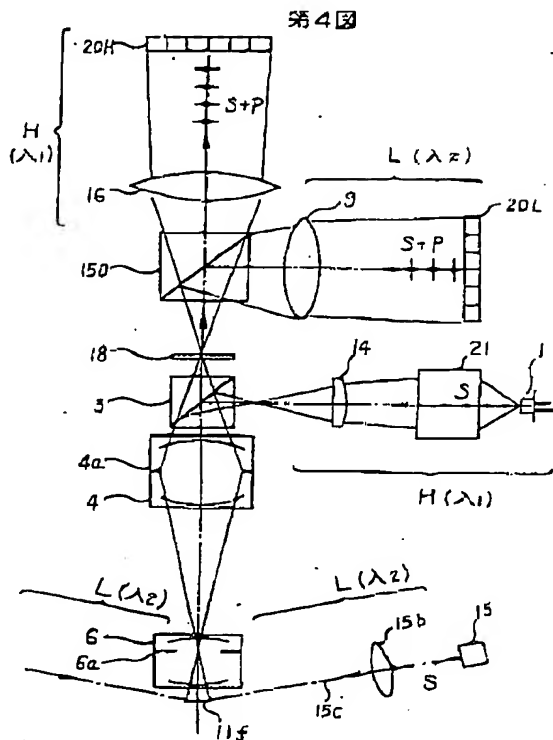
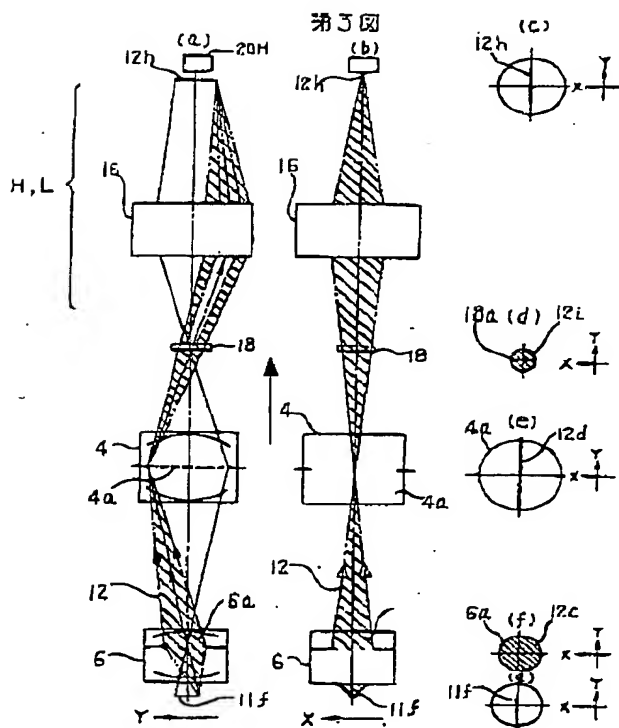
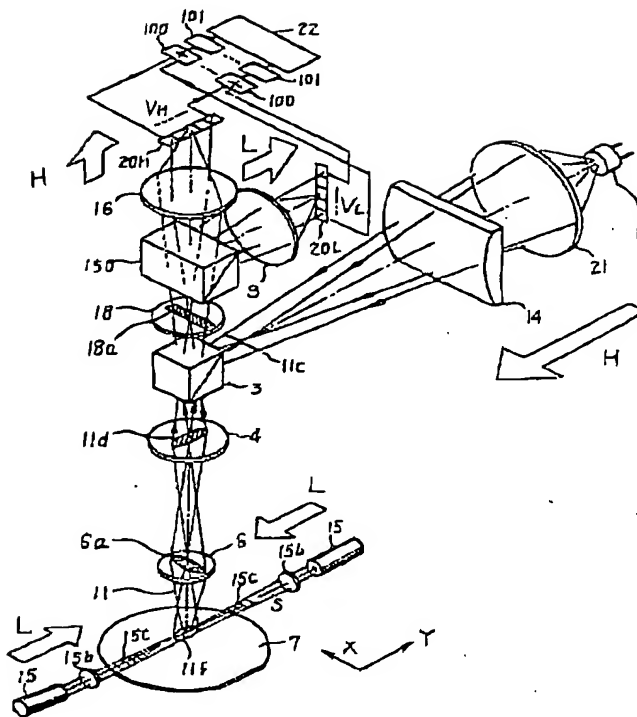
第2図



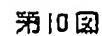
特開平3-102248(13)

第1図

- 1...光源
- 3...半透過プリズム
- 4...フィールドレンズ
- 6...対物レンズ
- 7...試料
- 9,16...結像レンズ
- 11...原形丸(反射光)
- 14...シリンドリカルレンズ
- 15...偏光光源
- 15b...集光レンズ
- 18...遮光板
- 20L,20H...撮像素子(複工路)
- 21...集光レンズ
- 22...OR回路
- 100...アナログ比較回路
- 101...2値化回路
- 150...色分離プリズム



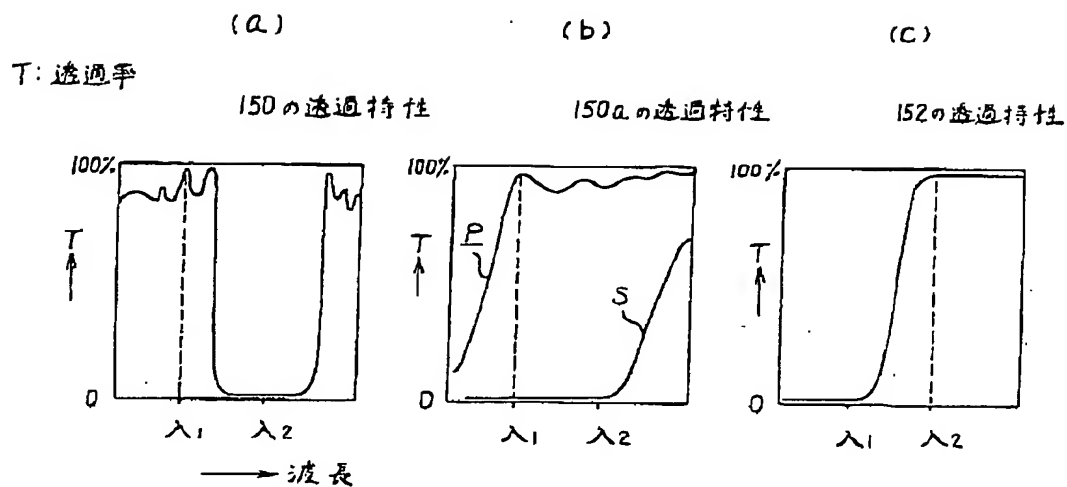
第5図



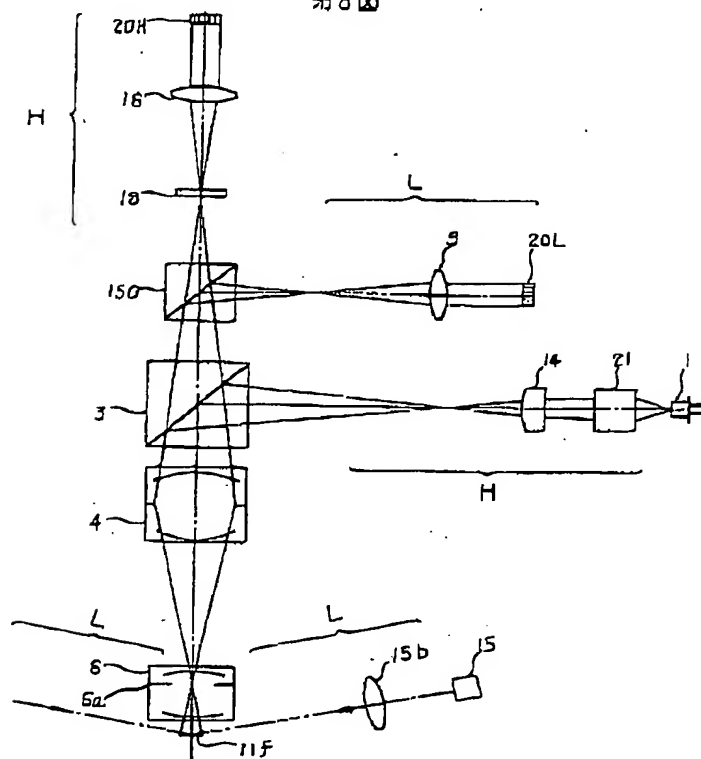


特開平3-102248 (15)

第7図

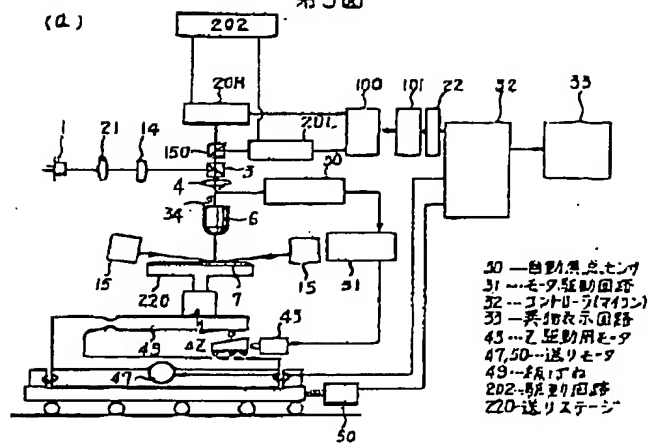


第8図

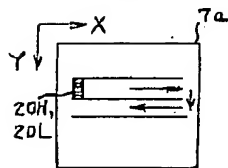


特開平3-102248(16)

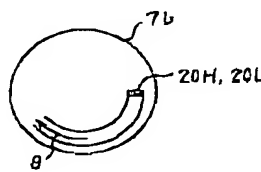
(a) 第9図



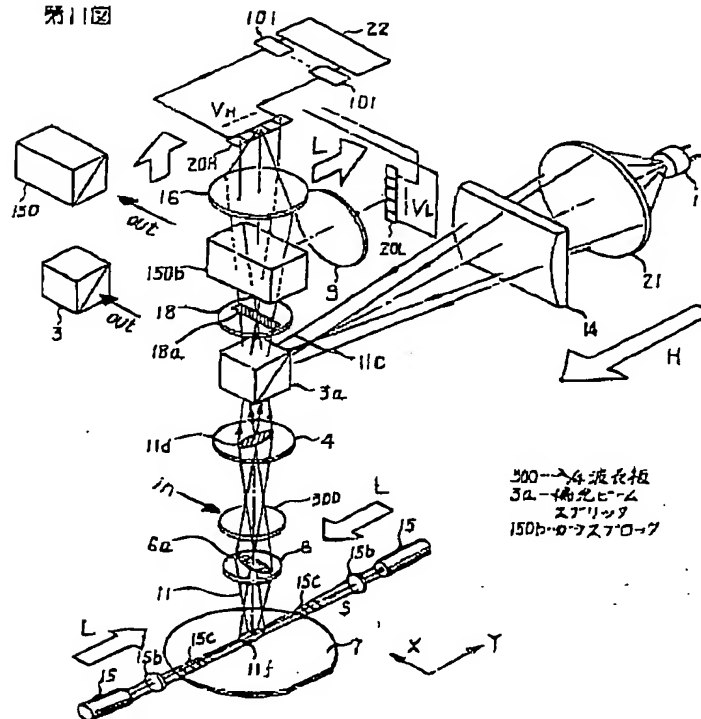
(b)



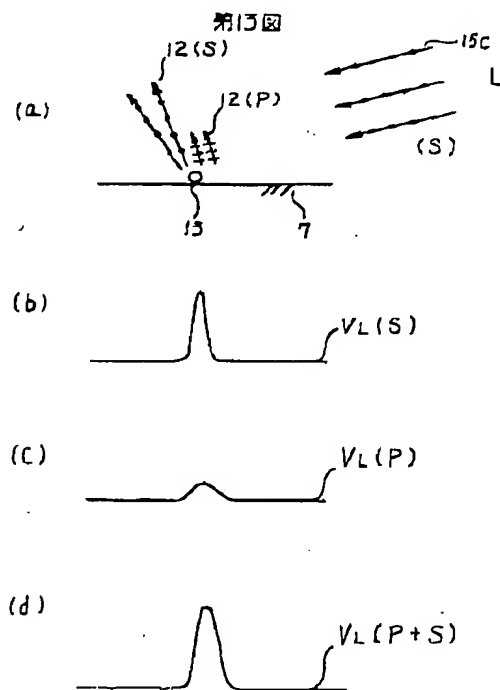
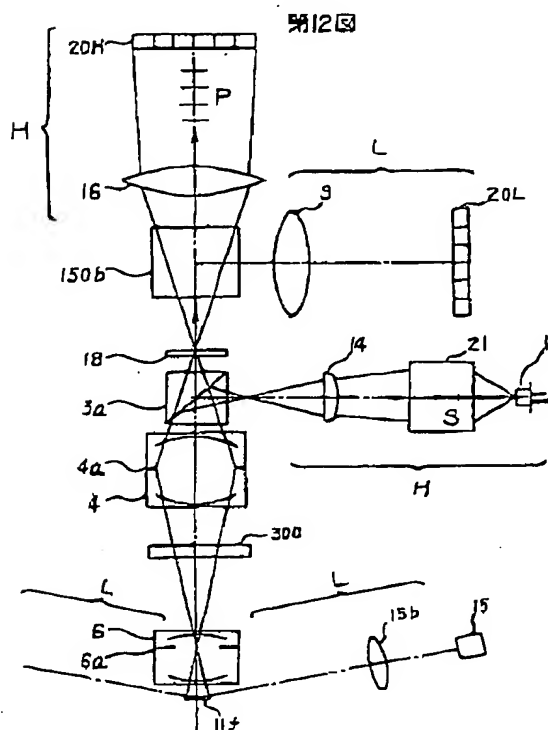
(c)



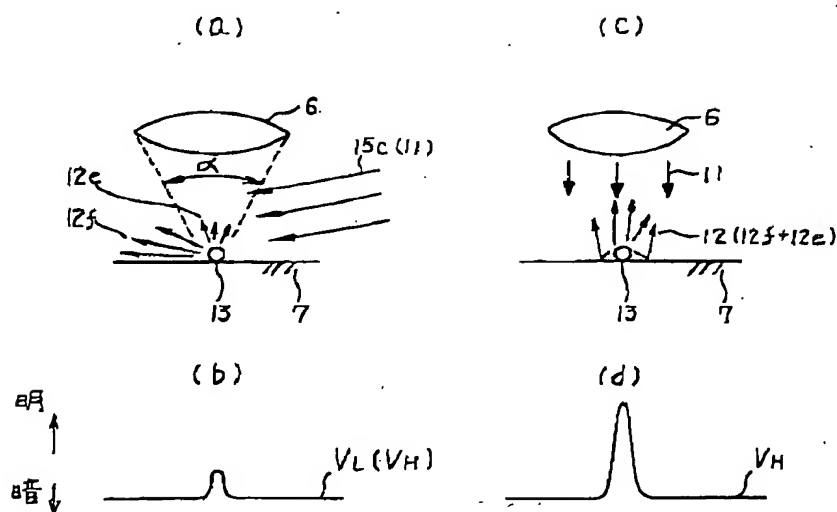
第11図



特開平3-102248(17)

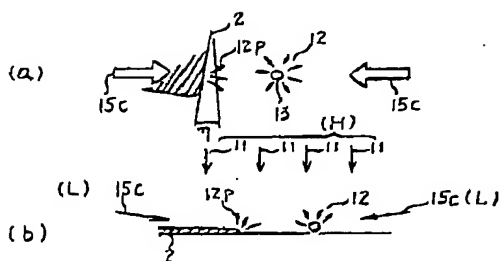


第14図

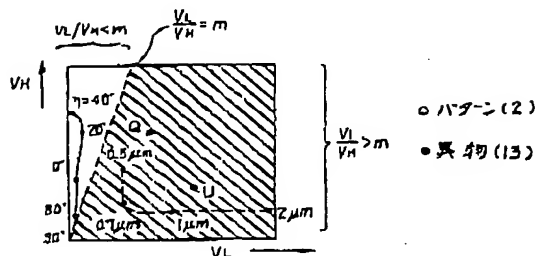


特開平3-102248 (18)

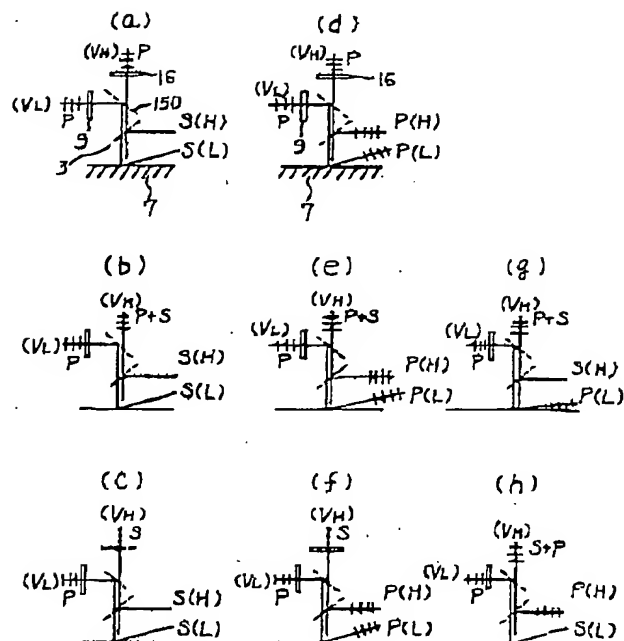
第15図



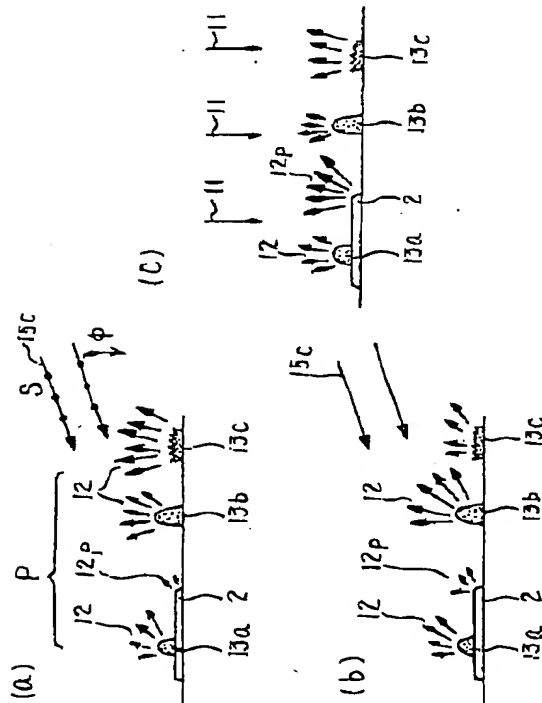
(c)



第19図



第16図



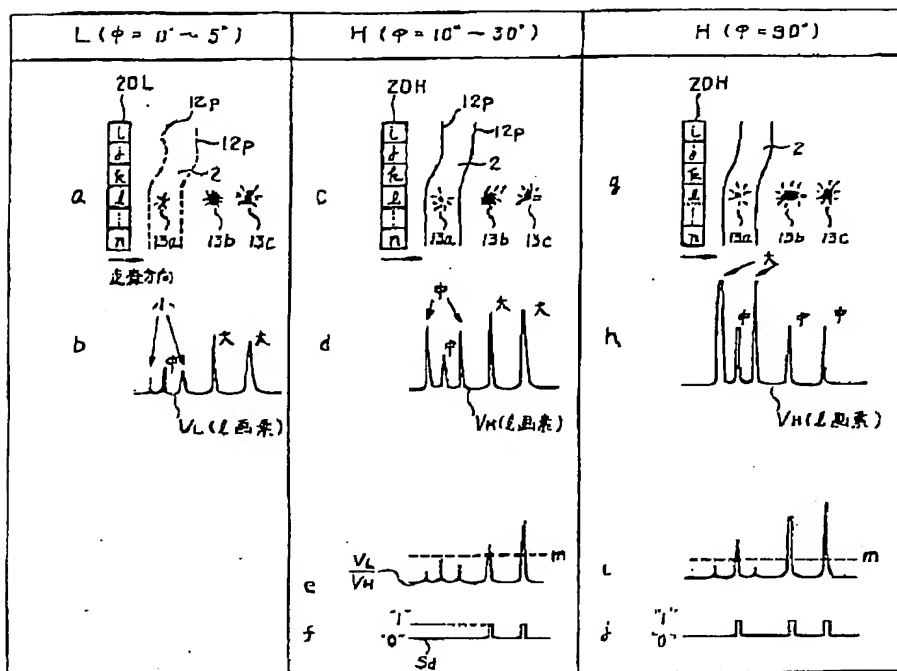
(d)

傾斜角度φ	φ = 0~5°		φ = 10~30°		φ = 90°	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(c)	(d)
パターンの2 散乱光12P 異物13a, 13b 散乱光12 異物13c, 13d 散乱光12	小	中	中	中	大	中
	合計小	合計中	合計中	合計中	合計中	合計中
	合計中	合計大	合計大	合計大	合計大	合計大
	合計大	合計大	合計大	合計大	合計大	合計大
従来例102	L	L	H	H	H	H
本発明	L	L	L	L	L	L

(c)

特開平3-102248(19)

第17図



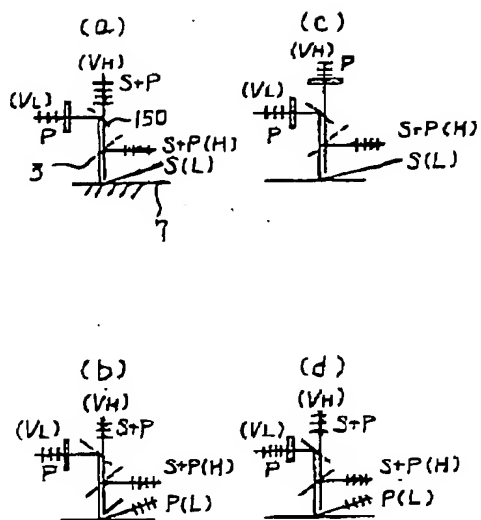
第18図

波長  $L: \lambda_1, H: \lambda_2$

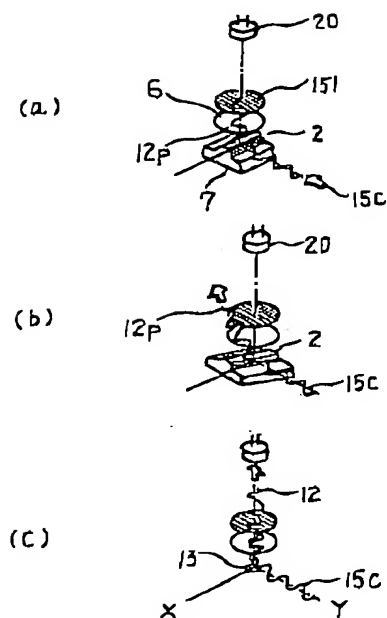
	ケースⅠ				ケースⅡ				ケースⅢ			
	照明		検出		照明		検出		照明		検出	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
(a)	S	S	P	P	S	S+P	P	S+P	S+P	S	S+P	S+P
(b)	S	S	P	P+S	P	S+P	P	S+P	S+P	S	S	S
(c)	S	S	P	S	S	S+P	P	P	S+P	P	S+P	S+P
(d)	S	P	P	P	P	S+P	P	S+P	S+P	P	P	P
(e)	P	P	P	P+S	S	S+P	P	S	S+P	S+P	S+P	S+P
(f)	P	P	P	S	P	S+P	S	S	S+P	S+P	S	S
(g)	P	S	P	P+S	P	S+P	S	P	S+P	S+P	P	P
(h)	S	P	P	P+S	S	S+P	S+P	S+P				
.	P	P	P	P	P	S+P	S+P	S+P				
.	S	S	S	S								
.	P	P	S	S								
.	S	S	S+P	S+P								
.	P	P	S+P	S+P								
.	S	P	S+P	S+P								
.	P	S	S+P	S+P								
.	P	S	S	S								
.	P	S	P	P								

特開平3-102248 (20)

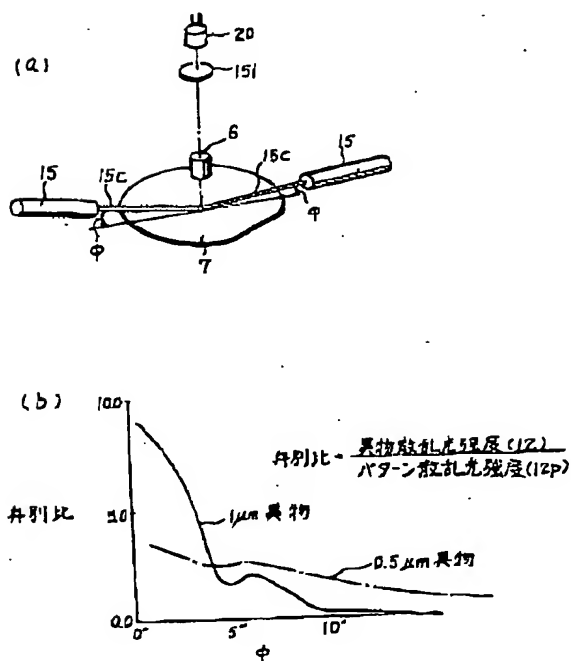
第20図



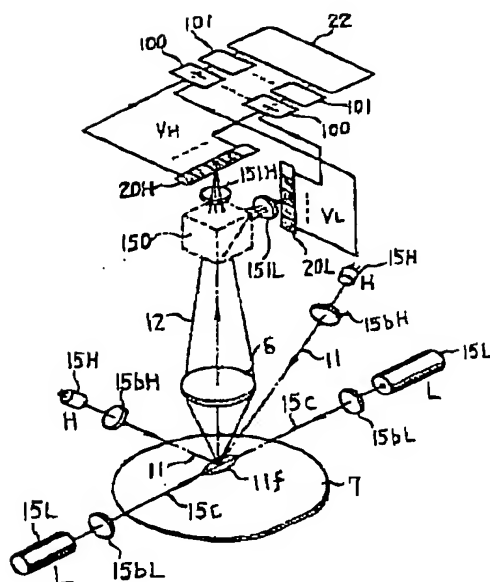
第21図



第22図

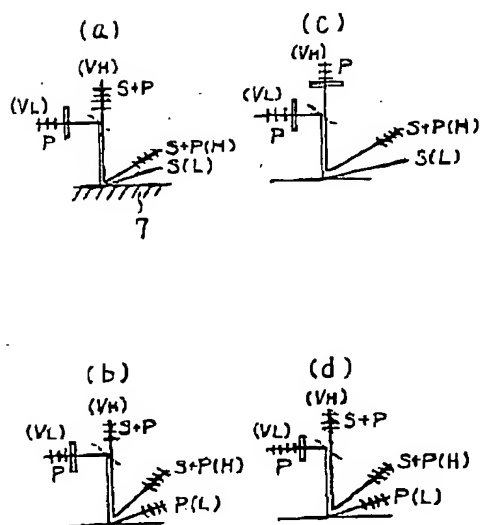


第23図

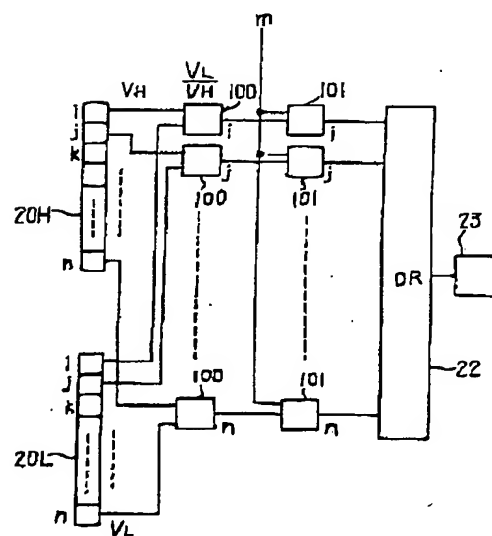


第25圖

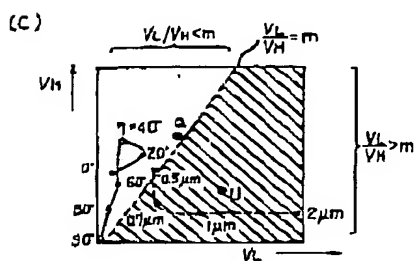
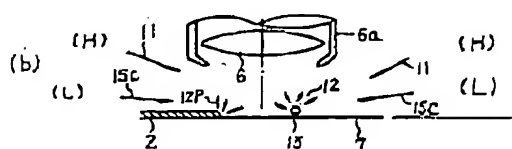
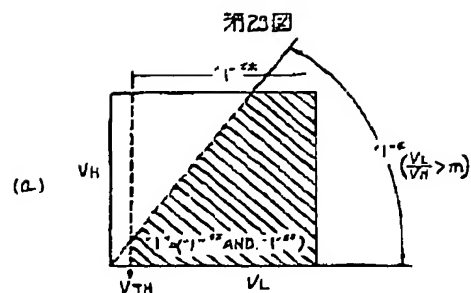
第26圖



第27図



第28図



- バターン (2)
- 異物 (15)  
0.5~2  $\mu$ m 標準粒子  
Q: 実異物 (小)  
U: , (大)

